

CONSERVACIÓN DE CAQUI 'ROJO BRILLANTE'. ESTADO ACTUAL.

Centro de Tecnología Postcosecha.
Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA).
Ctra. Moncada-Náquera Km 4,5.
46113 Valencia. España.
besada_cri@gva.es;
salvador_ale@gva.es

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el cultivo de caqui en la Comunidad Valenciana está centralizado en el cultivar 'Rojo Brillante', con una elevada producción por árbol y frutos de excelentes cualidades en cuanto a tamaño, sabor, color y aroma. Debido a su elevado contenido en taninos solubles el fruto es astringente en recolección, por lo que para su comercialización se hace imprescindible una eliminación previa de la astringencia. En los últimos 10 años, la introducción de métodos postcosecha basados en la aplicación de altas concentraciones de dióxido de carbono ha permitido la eliminación de la astringencia obteniendo un fruto de textura firme (Arnal y Del Río, 2003), que se ha presentado al mercado como 'kaki persimon'. La elevada firmeza de estos frutos ha facilitado su confección y manipulación tras la cosecha, así como su transporte a grandes distancias, permitiendo la apertura del mercado exterior. La incorporación de esta nueva tecnología postcosecha es la principal causa del importante aumento de la producción que ha experimenta-

RESUMEN

Debido a que la producción de caqui en la Comunidad Valenciana se concentra en un periodo muy corto de tiempo y está centralizada en el cultivar 'Rojo Brillante', la conservación del fruto por periodos prolongados es una prioridad para el Sector productor y comercializador, ya que permitiría abastecer el mercado de forma gradual y prolongar la campaña comercial. En este sentido en el Centro de Tecnología Postcosecha del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA) se han realizado diferentes estudios con el fin de prolongar el periodo de almacenamiento del caqui 'Rojo Brillante' manteniendo una elevada calidad del fruto. Han sido ensayados diferentes tratamientos como la aplicación de 1-metilciclopropeno (1-MCP), tratamientos de aire y agua caliente, radiaciones ionizantes, conservación con ozono o atmósferas controladas, así como la combinación de tratamientos pre y postcosecha. Tras las investigaciones llevadas a cabo se puede concluir que en la actualidad el tratamiento con 1-MCP es la mejor herramienta de la que dispone el Sector para prolongar la conservación del fruto. Así, la aplicación de este inhibidor de la acción del etileno, retrasa la aparición de daños por frío durante el almacenamiento a bajas temperaturas permitiendo extender de manera significativa el periodo de frigoconservación. También se ha observado un efecto positivo del 1-MCP durante la conservación a temperaturas moderadas. Los mejores resultados fueron obtenidos mediante el uso combinado de tratamientos precosecha con ácido giberélico y 1-MCP en postcosecha, los cuales permitieron la conservación del fruto a bajas temperaturas por un periodo superior a dos meses.

Palabras clave. Daños por frío, 1-MCP, atmósferas controladas, ácido giberélico.

do este cultivar de caqui en la Comunidad Valenciana, lo que unido al gran impulso que supuso la creación del Consejo Regulador de la Denominación de Origen 'Kaki Ribera del Xúquer' ha llevado a que la superficie cultivada se haya cuadruplicado en los últimos años.

Ante una elevada producción concentrada entre los meses de Octubre a Diciembre, periodo que abarca actualmente la campaña de caqui 'Rojo Brillante', las centrales hortofrutícolas se encuentran con

grandes volúmenes de fruta que debe ser confeccionada y comercializada en un corto espacio de tiempo. Por este motivo, la ampliación del periodo de conservación del fruto ha pasado a ser una de las prioridades del Sector; ya que ello permitiría no solo prolongar la campaña comercial, si no también expandir el mercado exterior. En este trabajo se presentan los resultados más relevantes obtenidos en los últimos años del estudio de diferentes tecnologías para prolongar la conservación del caqui 'Rojo Brillante'.

RESULTADOS

Sensibilidad a las bajas temperaturas. Daños por frío.

La frigoconservación es la principal herramienta para prolongar la vida postcosecha de gran número de frutas y otros vegetales. Es por ello que los primeros estudios realizados en el IVIA en conservación del caqui 'Rojo el IVIA', se centraron en evaluar la aptitud de este cultivar al almacenamiento frigorífico. A partir de ellos se concluyó que el caqui 'Rojo Brillante' presenta alta sensibilidad a las bajas temperaturas, manifestando daños por frío cuando es conservado a temperaturas inferiores a 11°C (Arnal y del Río, 2004).

Estos estudios también revelaron que fruta de principio de campaña presenta una mayor sensibilidad al frío que fruta en estados de madurez más avanzados (Salvador *et al.*, 2005b). El principal síntoma de daño por frío en este cultivar es un drástico ablandamiento de la pulpa; mientras el fruto permanece a bajas temperaturas el daño no se hace visible, sin embargo cuando el fruto es transferido a temperaturas de comercialización esta importante pérdida de firmeza tiene lugar en un corto periodo de tiempo (de 2 a 3 días) (Foto. 1). Relacionado con la textura del fruto, también se ha observado que tras un periodo variable a 1°C puede producirse un cambio estructural en la pulpa del fruto, y en lugar de sufrir una pérdida de firmeza cuando se transfiere a 20°C, la pulpa adopta una textura dura y gomosa (Salvador *et al.*, 2005a, 2005b). Otros síntomas asociados al daño por frío, especialmente en conservaciones muy prolongadas, son el pardeamiento interno, manifestado como un oscurecimiento del área central del fruto, y la aparición de nódulos por

compactación de áreas localizadas de la pulpa en la zona superior del fruto (Arnal *et al.*, 2005).

Debido a su susceptibilidad a sufrir daños por frío, la conservación del caqui 'Rojo Brillante' se ha venido realizando a temperaturas moderadas, cercanas a 15°C, sin embargo esta temperatura es demasiado alta para permitir periodos prolongados de almacenamiento, no siendo superados los 20 días de conservación.

La línea de investigación desarrollada en el Centro de Tecnología Postcosecha del IVIA ha abordado la mejora de la conservación del caqui 'Rojo Brillante' estudiando diferentes tecnologías tanto para el control del daño por frío, como para prolongar la conservación a temperaturas moderadas.

Conservación a bajas temperaturas. Control del daño por frío.

En el control del daño por frío se han obtenido resultados muy interesantes con la aplicación tras la cosecha de 1-Metilciclopropeno (1-MCP), un potente inhibidor de la acción del etileno.

Las investigaciones llevadas a cabo en este sentido en el Centro de Tecnología Postcosecha del IVIA, estuvieron enmarcadas dentro del programa de registro del producto para el tratamiento de productos vegetales destinados al uso alimentario, que fue gestionado por la empresa Agrofresh, Inc., actual distribuidora del 1-MCP bajo la marca comercial SmartFresh™. Dichos estudios fueron realizados tanto en caqui como en fruta de hueso.

A partir de estos trabajos se concluyó que la aplicación de 1-MCP previamente a la conserva-

ción a 1°C retrasa de manera significativa el drástico ablandamiento asociado al daño por frío en caqui 'Rojo Brillante' (Salvador *et al.*, 2004a).

Teniendo en cuenta que para la comercialización de caqui 'Rojo Brillante' en forma de 'kaki persimon' se ha determinado que el fruto debe presentar una firmeza superior a 10N tras la comercialización, la aplicación de 1-MCP permite ampliar hasta 50 días el periodo de conservación de caqui a 1°C a principio de campaña y hasta 30 días a final de campaña (Fig. 1).

Conocido el efecto de retraso de los daños por frío mediante la aplicación de 1-MCP, se llevó a cabo una investigación en la que se estudió la aplicación combinada de tratamientos precosecha aplicados en campo con la aplicación de 1-MCP en postcosecha.

El uso combinado de ácido giberélico (GA₃), un fitorregulador del crecimiento, actualmente aplicado en precosecha con la finalidad de retrasar la maduración, y 1-MCP en postcosecha, retrasó de manera muy importante los síntomas de daño por frío durante la conservación frigorífica, permitiendo conservaciones superiores a dos meses y mostrando beneficios respecto al uso de cada uno de los tratamientos de forma individual (Fig. 2; Foto. 2) (Besada *et al.*, 2008a).

En mayo de 2007, el 1-MCP fue registrado para su uso comercial en España por la Comisión de Productos fitosanitarios para tratamientos postcosecha en manzana, caqui, ciruela y tomate. En base a los resultados obtenidos en el IVIA, y a partir del reciente registro del producto en nuestro país, tratamientos postcosecha con 1-MCP

Figura 1. Efecto del 1-MCP aplicado previamente al almacenamiento sobre la Firmeza (N) de caqui 'Rojo Brillante' tras diferentes periodos de conservación a 1°C y posterior tratamiento de desastringencia (95%CO₂, 20°C, 24h) más comercialización de 5 días a 20°C. Barras con diferentes letras presentan diferencias significativas (P= 95%)

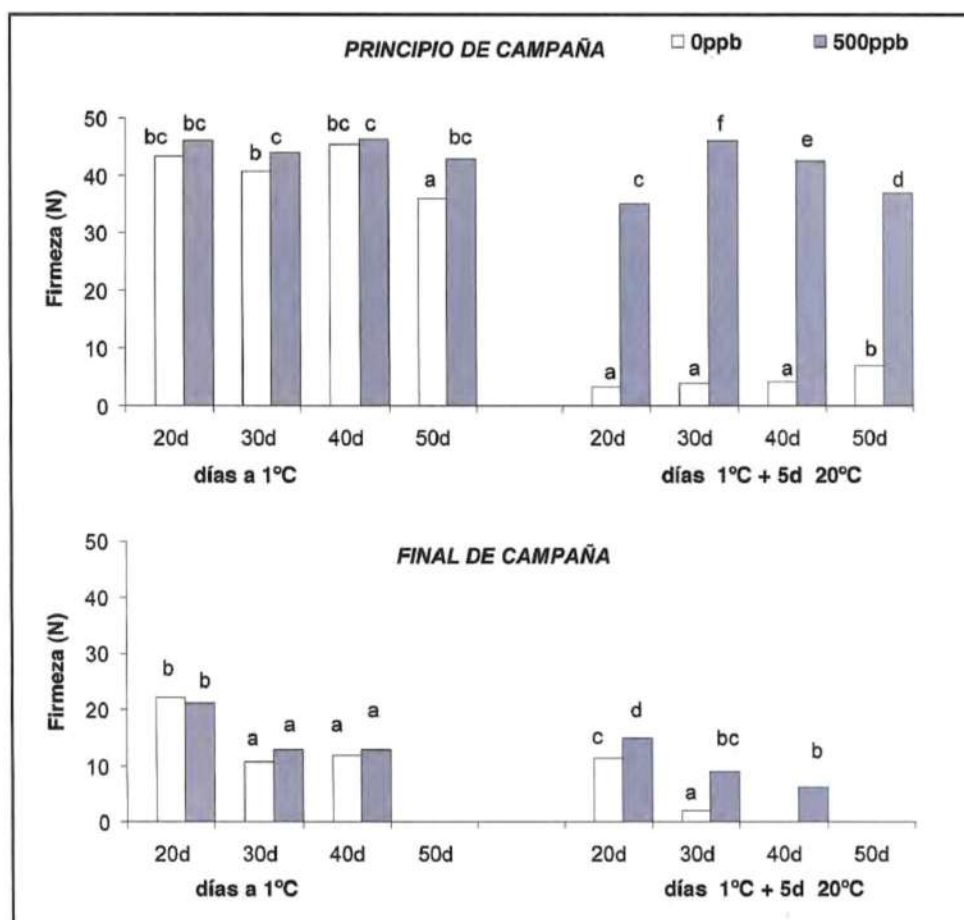
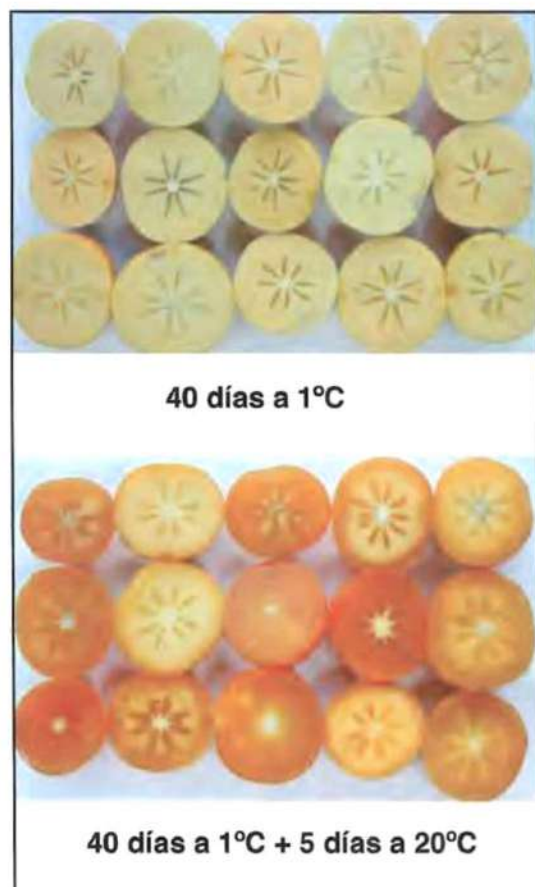
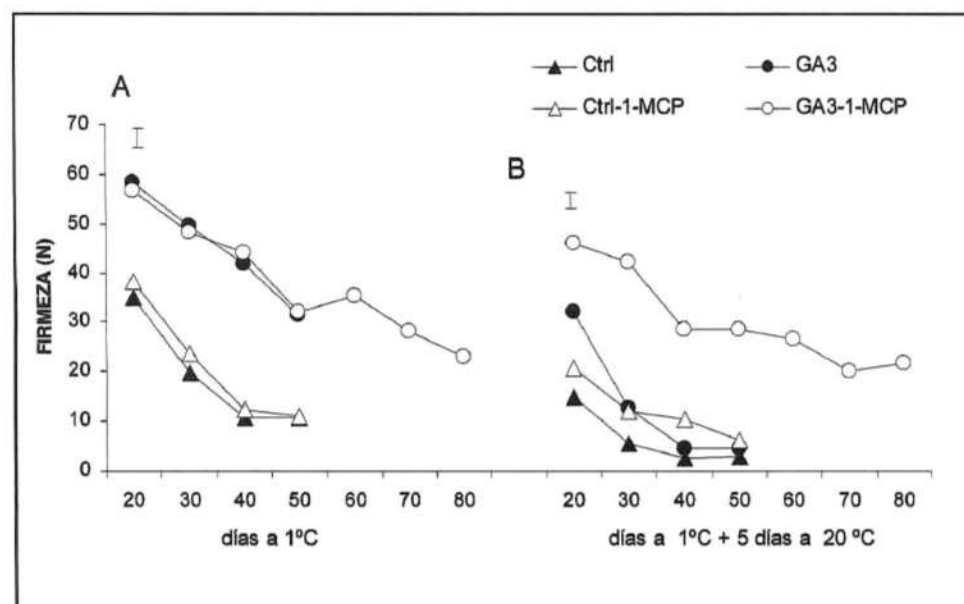


Figura 2. Efecto del tratamiento precosecha con GA₃, solo o en combinación con el tratamiento en postcosecha con 1-MCP, sobre la firmeza de caqui 'Rojo Brillante' tras diferentes periodos de conservación a 1°C (A) y posterior tratamiento de desastringencia (95%CO₂, 20°C, 24h) más comercialización de 5 días a 20°C (B). Las barras verticales representan los intervalos LSD (P = 95%).



Fotografía 1.

Drástico ablandamiento, síntoma de daño por frío, observado al transferir caqui 'Rojo Brillante' desde temperaturas de conservación frigorífica a temperaturas de comercialización.

de caqui 'Rojo Brillante' se están llevando a cabo a nivel comercial con resultados muy positivos, siendo en la actualidad la única herramienta de la que dispone el Sector para prolongar el periodo de conservación; En la campaña 2008 fueron tratados cerca de 7 millones de Kg.

Paralelamente a los estudios realizados con 1-MCP, en la línea de investigación abierta se han abordado diferentes tecnologías para la prolongar la frigoconservación de caqui, siendo ensayados tratamientos de calor para el control de los daños por frío, tanto en forma de aire caliente (curado) como de agua caliente.



Fotografía 2. Efecto del uso combinado de GA3 en precosecha más 1-MCP en postcosecha, frente al uso de únicamente 1-MCP, en el aspecto interno de caqui 'Rojo Brillante' conservado 50 días a 1°C más el tratamiento de desastringencia y comercialización de 5 días a 20°C

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos respecto a los tratamientos de curado, esta tecnología no se presenta como una alternativa para prolongar la conservación de este cultivar de caqui, ya que los tratamientos causaron importantes alteraciones como agrietamiento de la piel y pardeamiento del fruto (Besada, 2008).

La aplicación de tratamientos de agua caliente sí podría llegar a resultar de interés, ya que su aplicación previamente a la conservación a 1°C mostró tener un efecto positivo en el control del ablandamiento característico del daño por

frío. Sin embargo el efecto sobre la calidad de la fruta dependió del estado de madurez de la misma así como de la temperatura y duración del tratamiento (Besada *et al.*, 2008b). Así, tras ensayar diferentes combinaciones de temperatura-tiempo del baño, se observó que cuando los tratamientos fueron aplicados a fruta de principio campaña, temperaturas de 45°C y 50°C resultaron en un importante control del daño por frío que permitió prolongar la frigoconservación respecto al control, preservando la calidad (Fig. 3), sin embargo cuando se aplicaron temperaturas de 55°C se observaron alteraciones en la piel

del fruto en forma de un agrietamiento de la misma (Foto. 3). Por otra parte, cuando los tratamientos fueron aplicados sobre fruta recolectada a mitad y final de campaña en todos los tratamientos de agua caliente ensayados la reducción del ablandamiento se vio acompañado de la presencia de esta alteración en la piel, quedando comprometida la calidad del fruto. Futuras investigaciones combinando tratamientos que protejan la estructura de la piel y los tratamientos de agua caliente están siendo planificadas.



Fotografía 3. Agrietamiento de la piel provocado por tratamientos de agua caliente aplicados a 55°C a principio de campaña y a Tª entre 45°C y 55°C a final de campaña

Expertos en tecnologías aplicadas a la nutrición vegetal.

COMPO EXPERT



EXPERTS
FOR GROWTH

COMPO EXPERT.

EXPERTOS EN TECNOLOGÍAS APLICADAS
A LA NUTRICIÓN VEGETAL.

En COMPO EXPERT ofrecemos la más completa y avanzada gama de productos nutricionales para los profesionales de la agricultura. Además, ponemos a su disposición las mejores soluciones para diseñar los planes nutricionales que los cultivos necesitan.

En COMPO EXPERT le proporcionamos las herramientas necesarias para dar a sus clientes la gestión óptima de la nutrición de sus cultivos: nuestro Software de Fertilización y el "Centro Técnico Expert", un servicio personalizado de asesoramiento técnico.

NovaTec® Solub



Hakaphos®



DuraTec®



Blaukorn®



Floramid



NovaTec®



Avant Natur®



Easy Start®



Nitrofoska Foliar®



Basafar® Plus



Centro Técnico EXPERT
investigación@compo.es
Tel. 93 224.72.29

COMPO EXPERT
C/Juan d'Austria 39-47
08005 Barcelona
Tel.: +34 93 224 72 22
Fax: +34 93 221 41 93
www.compo-expert.es

Figura 3. Efecto de distintos tratamientos de agua caliente (T° -Tiempo) aplicados previamente a la conservación, sobre la firmeza de caqui 'Rojo Brillante' tras 32 días a 1°C más el posterior tratamiento de desastringencia ($95\%\text{CO}_2$, 20°C , 24h) y comercialización de 4 días a 20°C . Las barras verticales representan los intervalos LSD ($P=95\%$)

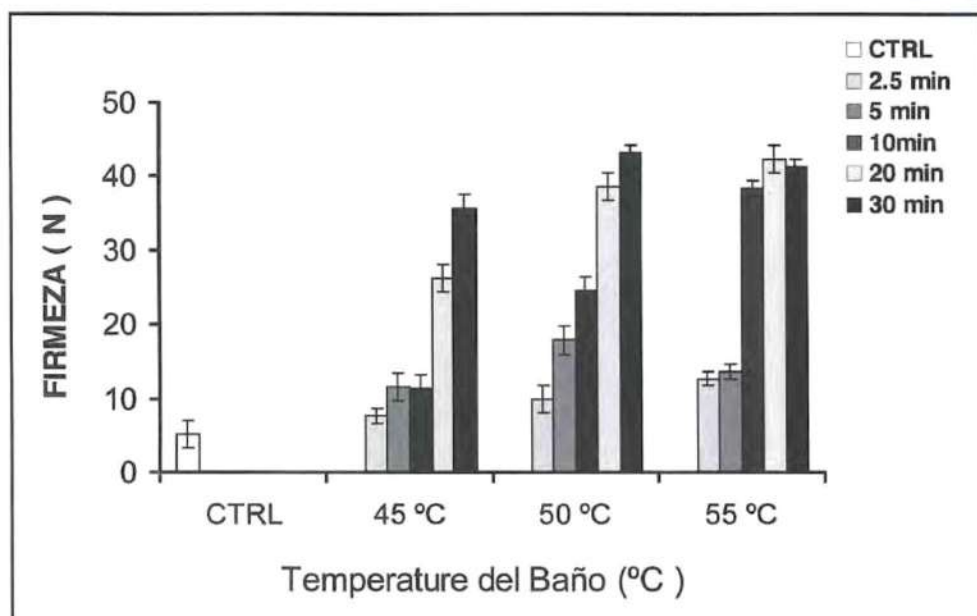
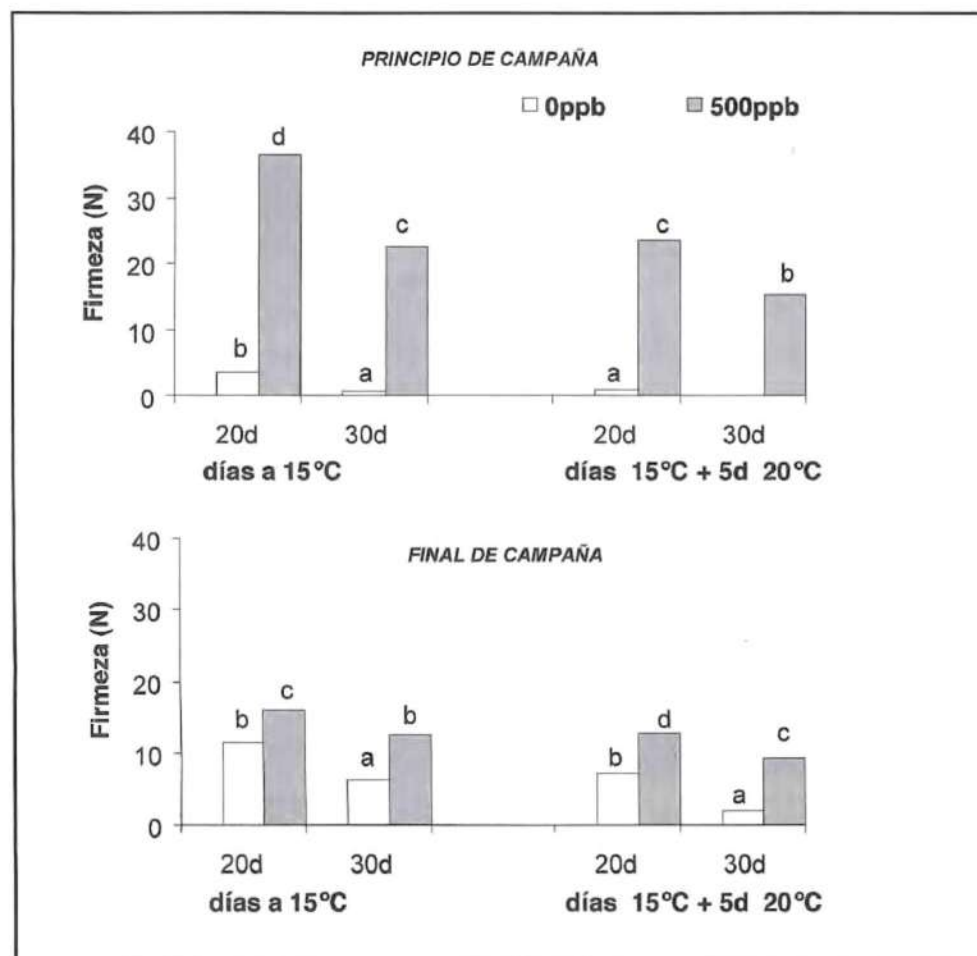


Figura 4. Efecto del 1-MCP aplicado previamente al almacenamiento sobre la Firmeza (N) de caqui 'Rojo Brillante' tras diferentes periodos de conservación a 15°C y posterior tratamiento de desastringencia ($95\%\text{CO}_2$, 20°C , 24h) más comercialización de 5 días a 20°C . Barras con diferentes letras presentan diferencias significativas ($P= 95\%$)



Conservación a Temperaturas Moderadas

Respecto a los estudios realizados con el fin de prolongar la conservación a temperaturas moderadas, han sido ensayadas diferentes tecnologías: aplicación de 1-MCP, combinación de tratamientos pre y postcosecha, radiaciones ionizantes, ozono, así como el uso de atmósferas controladas.

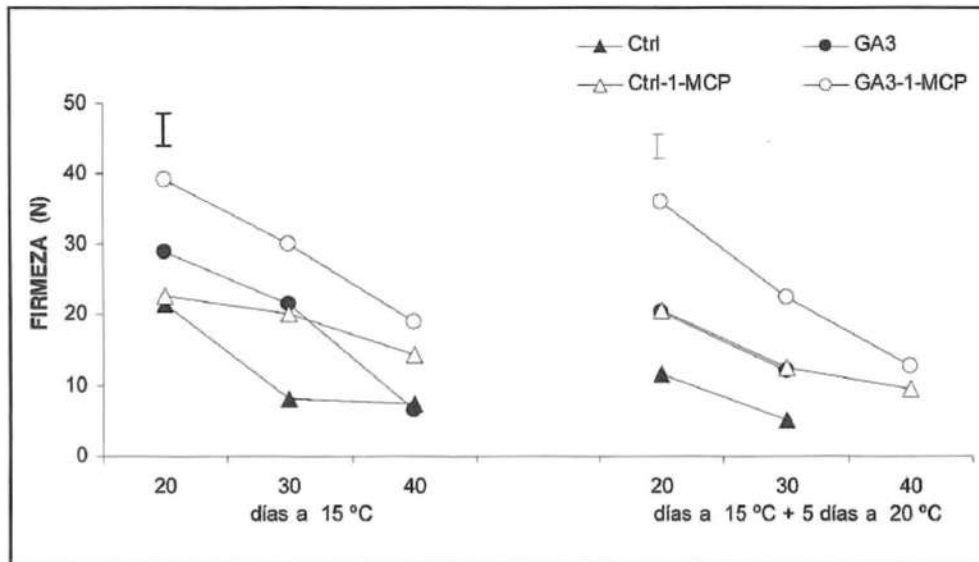
La aplicación de 1-MCP previamente a la conservación de los frutos a temperaturas moderadas (cerca de 15°C) permite prolongar hasta 30 y 20 días la conservación a principio y final de campaña respectivamente (Fig. 4). (Salvador *et al.*, 2004b).

El uso combinado de GA_3 en precosecha y 1-MCP en postcosecha resultó durante 30 días de conservación en valores de firmeza de la fruta superior a la obtenida mediante la utilización de cada uno de los tratamientos de forma individual (Fig. 5).

La aplicación de ozono resultó positiva durante la conservación a 15°C (Arnal, 2003; Salvador *et al.*, 2006). Cabe mencionar que el efecto del ozono dependió de la fecha de recolección, siendo únicamente efectivo en prolongar la conservación cuando fue ensayado con fruta de final de campaña. No se observó sin embargo un efecto positivo mediante la aplicación de radiaciones ionizantes (Arnal, 2003).

Resultados interesantes fueron obtenidos mediante el uso de atmósferas controladas basadas en altas concentraciones de N_2 (Arnal *et al.*, 2008). Mediante la conservación bajo una atmósfera basada en 97% de N_2 se consiguió prolongar la conservación a 15°C ,

Figura 5. Efecto del tratamiento precosecha con GA3, solo o en combinación con el tratamiento en postcosecha con 1-MCP, sobre la firmeza de caqui 'Rojo Brillante' tras diferentes periodos de conservación a 15°C (A) y posterior tratamiento de desastringencia (95%CO₂, 20°C, 24h) más comercialización de 5 días a 20°C (B). Las barras verticales representan los intervalos LSD (P = 95%).



observándose una pérdida gradual de la astringencia que permitió tras 30 días de conservación obtener un fruto libre de astringencia sin necesidad de aplicar el tratamiento con altas concentraciones de CO₂. Sin embargo es importante mencionar que más estudios deben ser realizados antes de sacar conclusiones sobre el potencial de la conservación bajo atmósfera controlada para su aplicación a nivel comercial.

CONCLUSIÓN

En la actualidad el 1-MCP es la principal herramienta para la conservación del caqui 'Rojo Brillante', ya que retrasa la aparición de síntomas de daño por frío durante la conservación frigorífica. Los periodos máximos de conservación han sido obtenidos combinando su aplicación en postcosecha con la aplicación en precosecha de ácido giberélico, permitiendo este tratamiento combinado conservaciones superiores a dos meses. La aplicación de 1-MCP ha mostrado tener también efectos positivos durante

la conservación a temperaturas moderadas.

Diferentes tecnologías para prolongar la conservación siguen bajo estudio en el Centro de Tecnología Postcosecha del IVIA, siendo de especial interés profundizar en el uso de tratamientos combinados.

Agradecimientos

Los trabajos aquí presentados han sido financiados por el Ministerio de Educación y Ciencia (Proyecto RTA2006-00028-00-00), el Programa europeo FEDER, así como por la Denominación de Origen 'Kaki Ribera del Xúquer'.

BIBLIOGRAFÍA

- Arnal, L.** 2003. Estudios para la conservación y el manejo en postcosecha del caqui. Tesis doctoral. Departamento de Tecnología de los Alimentos. Unidad Politécnica de Valencia. Valencia. Spain. 203 pp.
- Arnal, L., Del Río, M.A.** 2003. Removing astringency by carbon dioxide and nitrogen-enriched atmospheres in persimmon fruit cv. 'Rojo brillante'. *J. of Food Sci.* 68 (4), 1516-1518.

Arnal, L., Del Río, M.A. 2004. Effect of cold storage and removal astringency on quality of persimmon fruit (*Diospyros kaki*, L.) cv. 'Rojo Brillante'. *Food Sci. and Technol. Intl.* 10 (3), 179-185.

Arnal, L., Salvador, A., Monterde, A., Cuquerella, J. 2005. Alteraciones en caqui "Rojo brillante" provocadas por las bajas temperaturas. V Congreso Ibérico de Ciencias Hortícolas. IV Congreso Iberoamericano de Ciencias Hortícolas. Oporto. Portugal.

Arnal, L., Besada, C., Navarro, P., Salvador A. 2008. Effect of controlled atmospheres on maintaining quality of persimmon fruit cv. 'Rojo Brillante'. *J. of Food Sci.* 73(1), 26-30

Besada, C. 2008. Mejora de la tecnología de desastringencia, conservación y comercialización de caqui 'Rojo Brillante' para consumo en fresco. Tesis doctoral. Departamento de Tecnología de los Alimentos. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia. Spain. 287 pp.

Besada, C., Arnal, L., Salvador, A. 2008a. Improving storability of persimmon cv. Rojo Brillante by means of combined use of preharvest and postharvest treatments. *Postharvest Biol. Technol.* 50, 169-175.

Besada, C., Salvador A., Arnal L., Martínez-Jávega, J.M. 2008b. Hot water treatments for chilling injury reduction of astringent 'Rojo Brillante' persimmon at different maturity stages. *HortScience* 43, 2120-2123.

Salvador, A., Arnal, L., Monterde, A., Cuquerella, J. 2004a. Reduction of chilling injury symptoms in persimmon fruit cv 'Rojo brillante' by 1-MCP. *Postharvest Biol. and Technol.* 33, 285-291.

Salvador, A., Cuquerella, J., Martínez-Jávega, J.M., Monterde, A., Navarro, P. 2004b. 1-MCP preserves the firmness of stored persimmon 'Rojo Brillante'. *J. of Food Sci.* 69 (2), 69-73.

Salvador, A., Arnal, L., Monterde, A., Martínez-Jávega, J. M. 2005a. Influence of ripening stage at harvest on quality of persimmon cv. 'Rojo Brillante' stored at different temperatures. *Food Sci. and Technol. Intl.*, 11 (5), 359-365.

Salvador, A., Arnal, L., Monterde, A., Carvalho C.P., Martínez-Jávega J.M. 2005b. Effect of harvest date on chilling injury development of persimmon fruit. *Acta Hort.* 687, 399-403.

Salvador A., Abad, I., Arnal L., Martínez-Jávega, J.M. 2006. Effect of ozone on post-harvest quality of persimmon. *J. of Food Sci.* 71 (6), 443-446.